



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Ocean
Canada

Sciences

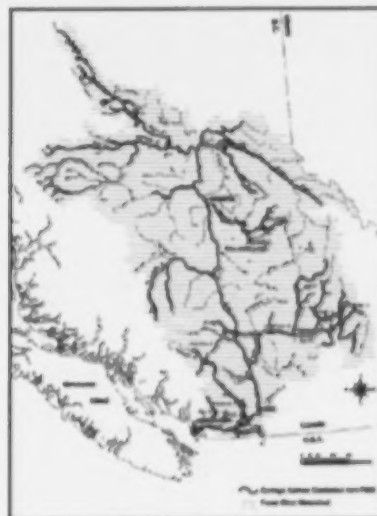
Science

Région du Pacifique

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2012/011

PRÉVISIONS D'AVANT-SAISON DES MONTAISONS DU FLEUVE FRASER SAUMON ROUGE EN 2012

SOCKEYE SALMON



Phase de frai des saumons rouges adultes
(source : site Web du MPO)

Figure 1 Répartition des saumons rouges dans le
bassin hydrographique du Fraser (SIG du MPO)

Contexte

La Gestion des pêches (MPO) a demandé que l'on établisse des prévisions d'avant-saison concernant l'importance de la montaison du saumon rouge adultes du Fraser en 2012. Ces prévisions servent à des fins de planification d'avant-saison et de gestion en cours de saison. Elles sont surtout utiles au début de la saison de pêche estivale, avant que les pêches d'essai en cours de saison ne permettent des rajustements avant la saison de l'effectif en montaison. Le MPO fournit ces prévisions dans le cadre du Traité Canada-États-Unis sur le saumon du Pacifique. Grant et MacDonald (2012) présentent les détails liés aux prévisions dans un document de recherche connexe du SCCS.

Ce rapport de consultation scientifique résulte d'un examen par les pairs régional du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) du MPO. D'autres publications provenant de cette consultation seront mises en ligne, dès qu'elles seront disponibles, dans le calendrier des avis scientifiques du MPO au <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm>.

SOMMAIRE

- Les prévisions pour le saumon demeurent hautement incertaines en raison de la grande variation des taux de survie annuelle des stocks à partir du stade de l'œuf jusqu'à la montaison des adultes.

- Dans le cas du saumon rouge du fleuve Fraser, les indicateurs de survie examinés jusqu'à aujourd'hui, quantitatifs ou qualitatifs, n'ont pas dissipé l'incertitude des prévisions et demeurent un secteur de recherche actif.
- En l'absence d'indicateurs, les prévisions pour le saumon rouge ont été marquées d'une incertitude particulière au cours des dernières décennies en raison de la baisse persistante de la productivité de la plupart des stocks. À l'année d'éclosion 2005, nous avons connu la plus faible productivité de toute l'histoire (montaisons des saumons de quatre ans en 2009 et de cinq ans en 2010). Les productivités des stocks des années d'éclosion 2006 (montaisons des saumons de quatre ans en 2010) et 2007 (montaisons des saumons de quatre ans en 2011) semblent s'être améliorées.
- L'unique scénario prévisionnel de 2012 est différent des prévisions des dernières années qui présentaient deux scénarios : Productivité récente (prévisions propres aux stocks réalisées à l'aide des modèles donnant le meilleur rendement sur la productivité récente évaluée uniquement pendant les périodes récentes de faible productivité) et la productivité moyenne à long terme (prévisions propres aux stocks réalisées à l'aide des modèles donnant le meilleur rendement sur la productivité moyenne à long terme évaluée sur l'ensemble de la série chronologique).
- En revanche, les prévisions de 2012 présentent un seul scénario, selon lequel les prévisions propres aux stocks ont été générées à l'aide de modèles de productivité récente ou à long terme (modèles complets des séries chronologiques), sélectionnés principalement en fonction de leur habileté à prévoir plus justement la réalité des stocks que les modèles complets de stock et de recrutement des séries chronologiques. Les données des stocks et du recrutement remontent à l'année d'éclosion 2004.
- Les prévisions de 2012 indiquent qu'il y a une chance sur 10 (10 % de probabilité) que la montaison totale du saumon rouge du fleuve Fraser soit de 743 000 individus ou moins, et qu'il y a neuf chances sur 10 (90 % de probabilité) qu'elle soit de 6,6 millions d'individus, si l'on suppose que la productivité des stocks ressemble à celle des anciennes observations. La valeur médiane de cette répartition (probabilité de 50 %) s'élève à 2,1 millions d'individus; à cette valeur, il y a une chance sur deux que la montaison soit supérieure ou inférieure à cette valeur.
- On prévoit que les stocks de montaison d'été, surtout dans le cas des montaisons de la Chilko et de la Stellako et de la montaison tardive de la Stuart, constitueront 67 % des prévisions de montaisons totales. Toutefois, les montaisons hâtives de la Stuart (5 %) et d'été (17 %) ainsi que les stocks de montaison tardive (11 %) y contribueront nettement moins.
- Les prévisions de répartition de la montaison du saumon rouge en 2012 se situent surtout (jusqu'à trois chances sur quatre, selon les anciennes observations) sous la moyenne du cycle (3,8 millions). On attribue cette montaison inférieure à la moyenne aux échappées nettement sous la moyenne des stocks de la montaison hâtive d'été et de la montaison tardive au cours de l'année d'éclosion 2008.
- La montaison du saumon rouge en 2012 risque d'être l'une des plus faibles jamais observées pour ce cycle si les productivités de stock demeurent dans la fourchette inférieure des anciennes observations.
- En raison des échappées plus faibles de 2008 (qui a produit les saumons de quatre ans en 2012) relativement à celles de 2007 (qui a produit les saumons de cinq ans en 2012), la proportion de saumons de quatre ans du total prévu de montaison (~75 %) est inférieure à la moyenne (82 % des proportions de saumons de quatre ans pour tous les

stocks combinés, sauf pour la montaison de la Harrison). Les proportions prévues de saumons de quatre ans varient de 10 % à 98 % selon les stocks.

INTRODUCTION

Aperçu des montaisons d'adultes passées

La montaison du saumon rouge du fleuve Fraser a nettement évolué, présentant certaines des plus grandes variations observées au cours des récentes années (Figure 2A). Le cycle de 2012 présente la moyenne de montaison la plus faible des quatre cycles du saumon rouge du fleuve Fraser avec une moyenne annuelle (de 1956 à 2008) de 3,85 millions d'individus pour la prévision de tous les 19 stocks combinés (Tableau 1, colonne I pour le cycle moyen de montaison de chaque stock). Traditionnellement, la contribution de la montaison d'été de la rivière Chilko constituait un facteur important de ce cycle, représentant 47 % du total moyen. Les montaisons de la Stellako, de la Weaver et de la Birkenhead ont également contribué à augmenter la moyenne du cycle grâce à des proportions relativement élevées de 12 %, de 9 % et de 7 % respectivement. Les stocks qui comprenaient chacun plus de 2 % de la montaison moyenne du cycle de 2012 étaient ceux des montaisons de la Gates, de la Nadina et de la Pitt ainsi que des montaisons hâtive et tardive de la Stuart. La contribution des autres stocks correspondait à moins de 2 % de montaison moyenne du cycle.

Échappées des années d'éclosion 2007 et 2008

Puisque la plupart des saumons rouges du fleuve Fraser remontent à l'âge de quatre ans après deux hivers en eau douce et deux hivers en milieu marin, la majorité des poissons qui remonteront en 2012 seront des recrues de la ponte de 2008 (c.-à-d., l'année d'éclosion).

Dans l'ensemble, au cours du cycle de 2012, le nombre de femelles reproductrices (FR) de l'année d'éclosion 2008 (274 000 FR) était à son plus bas depuis 1968. Pour la majeure partie des stocks remontant en 2012 (13 des 19 stocks), l'abondance des FR ou des saumoneaux (Chilko et Cultus) de l'année d'éclosion était nettement inférieure à la moyenne de leur cycle chronologique (de 1948 à 2004 pour la plupart des stocks), soit les montaisons des rivières Bowron, Fennell, Gates, Pitt, Scotch, Seymour, Chilko, Cultus, Birkenhead, Portage, Harrison, Weaver et la montaison tardive de la Shuswap (Tableau 1, colonne C). Dans la plupart des cas, les échappées de cette année d'éclosion étaient parmi les plus faibles enregistrées pour ces stocks. Dans le cas des six autres stocks (de 19), l'abondance de FR de l'année d'éclosion était proche de leur moyenne de cycle chronologique ou se situait au-dessus de celle-ci (de 1948 à 2004 pour la plupart des stocks), soit les montaisons des rivières Nadina, Raft, Quesnel et Stellako ainsi que les montaisons hâtive et tardive de la Stuart (Tableau 1, colonne C). La contribution de trois stocks de montaison d'été (les montaisons de la Stellako, de la Chilko et la montaison tardive de la Stuart) constituait la plus grande proportion globale (71 %, soit ~ 24 % chacun) du total de FR de l'année d'éclosion 2008. Les stocks divers du lac Chiliwack et du ruisseau Dolly Varden, ainsi que de la montaison hâtive de la Stuart et de la montaison de la Nadina représentaient chacune en moyenne 4 % du total de FR. La contribution des autres stocks correspondait à moins de 2 % du total de FR. Le saumon rouge de la Cultus présente une contribution élevée en éclosion au stade de développement de l'alevin au saumoneau, rendant négligeable toute comparaison avec les FR.

Pour la plupart des stocks de saumons rouges du fleuve Fraser, les individus âgés de cinq ans représentent en moyenne 20 % du recrutement total. Dans le cas d'environ la moitié des stocks de saumons rouges prévus (Stuart (hâtive), Bowron, Gates, Nadina, Seymour, Stellako, Shuswap (tardive), Cultus et Portage), l'abondance de FR de l'année d'éclosion 2007 (qui a produit les individus de cinq ans remontant en 2012) était sous la moyenne de leur cycle (la plupart des séries chronologiques sont de 1951 à 2003). Pour ce qui est de l'autre moitié de ces

stocks (Fennell, Pitt, Raft, Scotch, Chilko, Stuart [tardive], Quesnel, Weaver et Birkenhead), l'abondance de FR de l'année d'éclosion 2007 était proche de leur moyenne de cycle chronologique ou se situait au-dessus (tableau 1, colonne D). En raison de cette similitude dans les échappées des années d'éclosion 2008 et 2007, les individus de cinq ans pourraient représenter plus de 20 % du total des montaisons en 2012. Les montaisons de la rivière Pitt sont habituellement composées d'une plus grande proportion de saumons rouges de cinq ans que de saumons de quatre ans. Ainsi, l'année d'éclosion 2007, qui s'est montrée supérieure à la moyenne, contribuera davantage au total des montaisons que l'année d'éclosion 2008. La montaison de la Harrison présente un groupe de saumons de trois (3) ans supérieur à la moyenne de l'année d'éclosion 2009 et qui contribue au recrutement total de la Harrison en proportion variable.

Tendances des taux de productivité et de survie

Au cours des dernières décennies, la productivité (c.-à-d. les montaisons adultes par FR) a généralement diminué parmi tous les stocks de saumons rouges (Figure 2B), mais les tendances individuelles varient entre les stocks (Grant et coll. 2010; Grant et coll. 2011; Peterman et Dörner 2011). Le saumon rouge de la Harrison est toutefois une exception notable, puisque sa productivité a augmenté au cours des dernières années (Grant et coll. 2010, 2011). Le saumon rouge de la Harrison possède une structure d'âge et un cycle biologique uniques comparativement aux autres stocks. Ce stock migre vers l'océan peu après son émergence du gravier (alors que la plupart des autres saumons se développent dans les lacs pendant une ou deux années avant de migrer vers l'océan) et remonte à l'âge de trois ou quatre ans (alors que les autres saumons rouges remontent à l'âge de quatre ou cinq ans). Au cours de l'année d'éclosion 2005, la productivité déjà à la baisse a atteint le plus faible niveau jamais enregistré chez la plupart des stocks (Figure 2B), y compris chez les stocks de la Harrison. Par la suite, les productivités des années d'éclosion 2006 (2010 sera l'année de montaison de la plupart de ces saumons) et 2007 (2011 sera l'année de montaison de la plupart de ces saumons) étaient plus près de la moyenne pour la plupart des stocks. Cette même tendance est illustrée par le stock de la Chilko, qui prédomine habituellement le cycle de 2012 (Figure 3B).

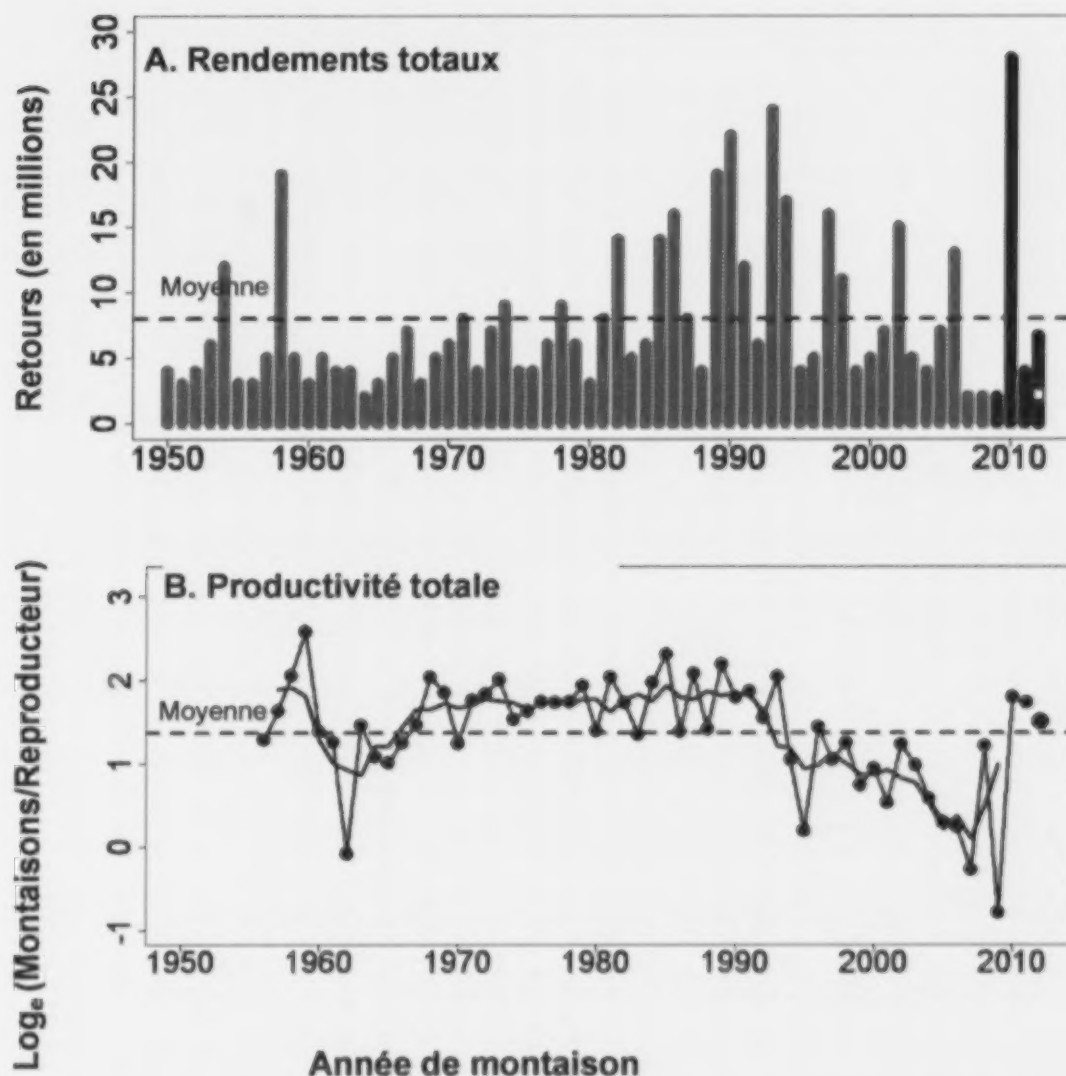


Figure 2. A. Total annuel des montaisons du saumon rouge du fleuve Fraser (barres bleues). Les barres grises de 2009 à 2010 sont des données de montaison préliminaires et les données de 2011 sont des estimations en saison seulement (les données de montaison de 2009-2011 sont sujettes à des modifications). La barre noire de 2012 représente la prévision maximale d'un niveau de probabilité de 90 % (6,6 millions d'individus); le carré blanc indique le niveau de probabilité de 50 % (2,1 millions d'individus). B. Productivité totale du saumon rouge du fleuve Fraser ($\log_e(\text{montaisons/reproducteur})$) jusqu'à l'année de montaison 2011. La ligne grise et les cercles pleins indiquent la productivité annuelle et la ligne noire représente la moyenne de quatre ans correspondante lissée et mobile. Le point à la fin de la série chronologique représente la productivité associée à la prévision de 2012 d'une probabilité médiane de 50 %. Les données des montaisons de 2009 et de 2010 sont préliminaires et celles de 2011 ne sont que des estimations en saison. Le MPO fournit les données sur les échappées et la Commission du saumon du Pacifique fournit celles sur les montaisons. La ligne pointillée rouge dans les deux graphiques représente la moyenne des séries chronologiques.

Les tendances de survie des saumoneaux de la Chilko, qui migrent des lacs d'eau douce où ils sont nés et ont grandi, suggèrent que les baisses constantes de la productivité des saumons rouges sont sans doute attribuables à une plus faible survie en milieu marin qu'en eau douce (Figure 3A et B). En l'absence d'indicateurs préalables, on ne sait pas si les récentes améliorations en matière de productivité se poursuivront à long terme.

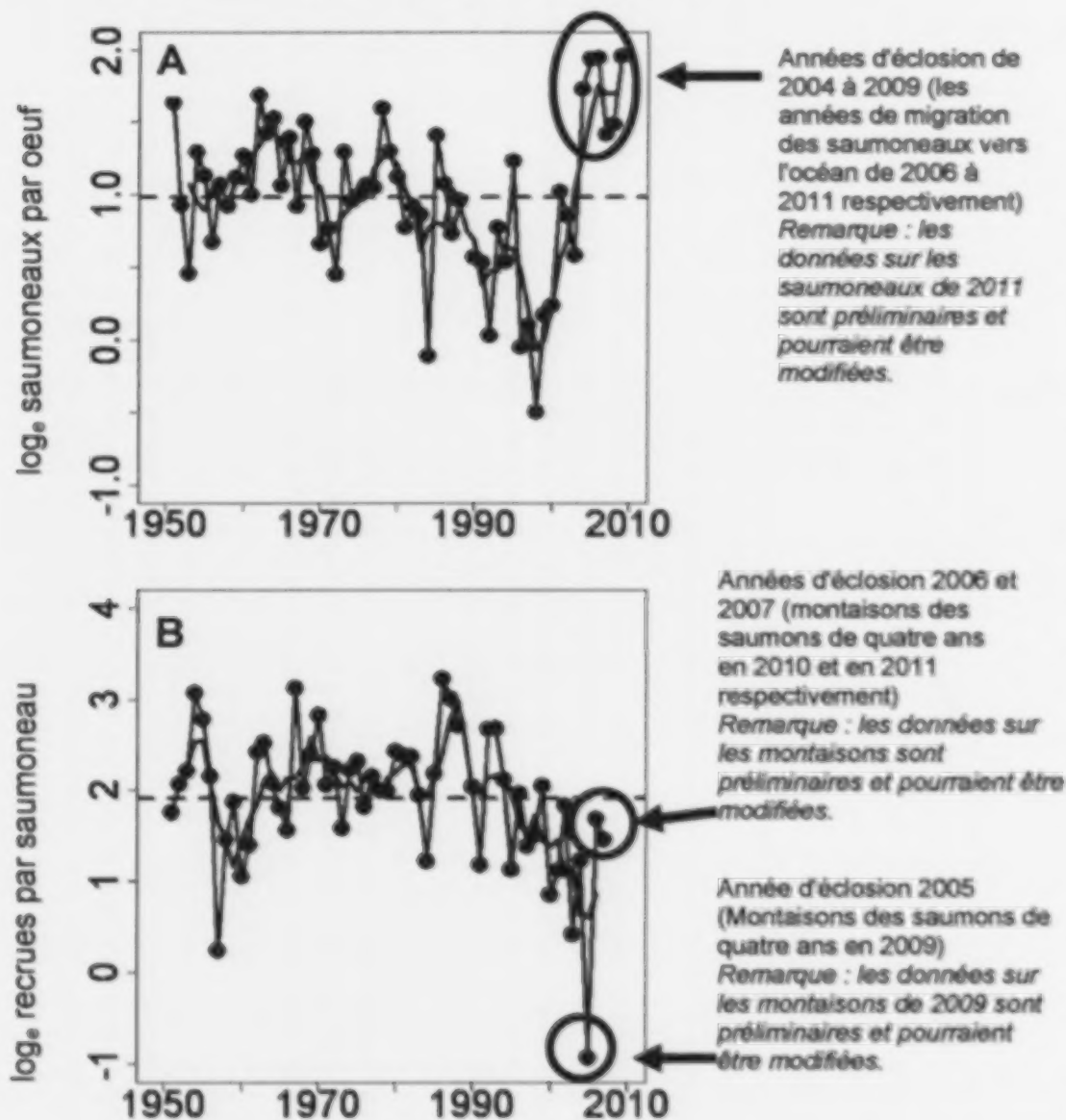


Figure 3. Saumon rouge de la rivière Chilko A. en eau douce (log₁₀ saumoneaux par oeuf) et B. en milieu marin (log₁₀ recrues par saumoneau) taux de survie annuel (ligne grise et cercles pleins) et moyenne de survie lissée et mobile de quatre ans (ligne noire). La ligne pointillée rouge dans les deux graphiques représente la moyenne de survie à long terme.

ANALYSE

Méthodes de prévision

La démarche de prévision de 2012 suit les procédures établies pour les prévisions précédentes, sauf exceptions suivantes :

- On a présenté un seul scénario prévisionnel
- Pour le processus d'évaluation du modèle, on a eu recours à une analyse « jack-knife » au lieu d'une analyse rétrospective pour générer une série chronologique de prévisions.
- On a évalué la série complète de modèles candidats pour chaque stock à l'aide des séries chronologiques obtenues par analyse « jack-knife ».
- Pour le processus de sélection du modèle, on a utilisé des procédures et des critères révisés.

La composition du modèle de prévision de 2012 comprend une combinaison de modèles qui tient compte de la productivité à long terme (RAC, TSA, MRS, RSC, Power, Ricker, Ricker-cyc, Ricker-covariable environnementale, Power-covariable environnementale et Larkin) et la productivité récente (R1C, R2C, RS1, RS2, RS4ans, RS8ans et KF) (Voir MacDonald & Grant 2012 pour les descriptions des modèles). Le modèle de prévision choisi pour chacun des stocks est indiqué dans les Tableaux 1 et 3. Les propriétés mathématiques du modèle choisi pour chacun des stocks jouent un rôle important dans l'interprétation des montaisons et dans l'établissement d'inférences sur la productivité associée à chacune des prévisions.

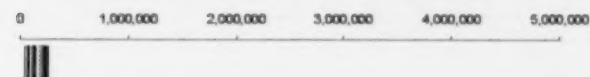
Prévisions de 2012 pour le saumon rouge du Fraser

Les prévisions de 2012 indiquent qu'il y a une chance sur 10 (10 % de probabilité) que le total des montaisons de saumons rouges du fleuve Fraser soit de 743 000 individus ou moins, et qu'il y a neuf chances sur 10 (90 % de probabilité) qu'elle soit de 6,6 millions d'individus ou moins. La valeur médiane de cette répartition (probabilité de 50 %) s'élève à 2,1 millions d'individus, c.-à-d. qu'il y a une chance sur deux que la montaison soit supérieure ou inférieure à cette valeur (Tableau 1, colonnes J à N). Cette prévision assume que la productivité des stocks ressemble à celle des anciennes observations. Les productivités associées à ces prévisions sont présentées dans le Tableau 2.

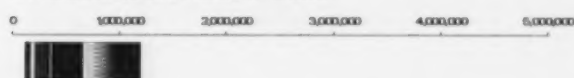
Les prévisions de montaison du saumon rouge du fleuve Fraser en 2012 sont dominées par les stocks de montaison d'été (qui représentent 67 % des montaisons prévues) (Figure 4). On s'attend surtout à ce que les montaisons de la Chilko (27 %), de la Stuart (tardive) (16 %) et de la Stellako (11 %) présentent les plus importantes proportions. Par opposition, la plupart des stocks de la montaison hâtive d'été et de la montaison tardive du fleuve Fraser présentaient les échappées les plus faibles jamais enregistrées au cours de l'année d'éclosion 2008. Ainsi, ces cycles de montaison contribuent faiblement (montaison hâtive d'été : 17 % et montaison tardive : 11 %) à la prévision globale de la montaison du saumon rouge du fleuve Fraser en 2012 (Figure 4). La montaison hâtive de la Stuart équivaut à seulement 5 % de la prévision totale malgré sa moyenne d'échappées pour l'année d'éclosion, puisqu'il s'agit d'un cycle sous-dominant pour ce stock (Figure 4). La montaison prévue du saumon rouge de la Cultus, inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), est plus petite que par les dernières années étant donné la faible quantité de saumoneaux qui ont migré vers l'océan depuis l'année d'éclosion (2008 : ~145 000 individus par rapport aux années d'éclosion 2006 et 2007 : ~400 000 individus).

Les prévisions de la montaison du saumon rouge du fleuve Fraser en 2012 se situent surtout (probabilité de 75 %) sous la moyenne du cycle (3,8 millions) (Tableau 1). Si le saumon rouge présente encore les tendances des faibles productivités des dernières décennies, la montaison de 2012 risque d'être l'une des plus faibles jamais observées pour ce cycle. Il existe toutefois une faible possibilité (une chance sur quatre) que la montaison soit supérieure à la moyenne du cycle si les productivités des stocks demeurent dans la fourchette supérieure des anciennes observations.

A. Montaison hâtive de la rivière Stuart



B. Montaison hâtive d'été



C. Montaison d'été



D. Montaison tardive

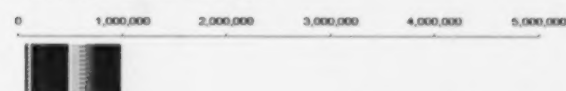


Figure 4. Répartition de probabilité des prévisions 2012 du saumon rouge du Fraser de chaque cycle : A. Montaison hâtive de la Stuart; B. Montaison hâtive d'été; C. Montaison d'été et D. Montaison tardive. Ces graphiques illustrent l'incertitude stochastique (aléatoire) de la répartition de probabilité des prévisions du saumon rouge du fleuve Fraser. La largeur des barres bleues (grises) indique les niveaux de probabilité de 10 % à 90 %. La largeur des barres noires indique les niveaux de probabilité de 25 % à 75 %. Les lignes blanches dans les barres noires indiquent la valeur médiane d'une probabilité de 50 %.

La contribution prévue des individus de quatre ans à la montaison de 2012 dans tous les stocks (~75 %) est inférieure à la moyenne (82 % de moyenne des proportions de saumons de quatre ans pour tous les stocks combinés, sauf la montaison de la Harrison) (Tableau 3). La proportion d'individus de quatre ans de stocks particuliers a varié de 10 % à 98 % (Tableau 3). Pour la plupart des stocks (20 des 25 stocks, y compris les stocks divers), les échappées des individus de cinq ans de l'année d'éclosion 2007 étaient plus importantes que les échappées des individus de quatre ans de l'année d'éclosion 2008. Pour un certain nombre de stocks, les échappées de l'année d'éclosion des individus de quatre ans étaient parmi les plus faibles jamais enregistrées, contribuant ainsi à la proportion globale inférieure à la moyenne des individus de quatre ans.

Tableau 1. Prévisions du saumon rouge en 2012 par stock et par groupe de montaison à cinq niveaux de probabilité (colonnes A et de J à N). Les modèles de prévision sélectionnés pour chacun des stocks sont listés dans la colonne B. Les effectifs moyens de montaison sont présentés pour tous les cycles (H) et pour le cycle de 2012 (I). Les échappées de l'année d'éclosion (saumoneaux de la Chilko et de la Cultus) des recrues de quatre ans (2008) et de cinq ans (2007) revenant en 2012 (colonnes C et D) sont présentées et accompagnées d'un code couleur lié à la moyenne de leur cycle provenant des années d'éclosion de 1948 à 2004. Les retours prévus (colonne G), qui correspondent à leur niveau de probabilité de 50 % (colonne L) et aux résultats du $\log_e(R/FR)$ des productivités d'il y a quatre ans associés à la montaison des huit dernières années (de 1998 à 2005) (colonne E) et des quatre dernières années d'éclosion (de 2002 à 2005) (colonne F) sont également accompagnés d'un code de couleur lié à la moyenne de leur cycle. Les codes couleurs sont les suivants : rouge (< moyenne), jaune (moyenne) et vert (> moyenne).

A	B	C D E F G					H	I	J K L M N				
		AE (88) AE (87)	Prod.	Prod.	Mont.				Probabilité que les montaisons atteignent la valeur indiquée ^a				
Stocks	Modèle prévisionnel ^b	(FR)	(FR)	(4ans)	(4ans)	2012	tous les cycles ^c	cycle de 2012 ^c	10%	25%	50%	75%	90%
Mont. hâtive de la Stuart	Richer (ie)	14 400	2 400	2.5	2.1		311 000	100 000	30 000	81 000	90 000	101 000	170 000
Mont. hâtive d'été							910 000	617 000	100 000	100 000	300 000	500 000	1 214 000
(Total, sauf divers stocks)							910 000	617 000	100 000	100 000	300 000	500 000	1 214 000
Bowron	KF	30	1 100	2.0	2.3		24 000	27 000	1 000	1 000	2 000	4 000	6 000
Fennell	Power	200	6 000	4.0	3.2		25 000	34 000	5 000	7 000	12 000	20 000	32 000
Gates	KF	1 000	1 100	4.5	3.1		50 000	135 000	4 000	6 000	12 000	21 000	30 000
Nadine	MR/L	10 200	1 000	3.0	3.5		60 000	137 000	17 000	33 000	70 000	147 000	280 000
PR	KF	5 400	10 000	0.5	0.1		72 000	81 000	11 000	10 000	30 000	60 000	110 000
Raft	Richer (ODP)	3 000	6 100	2.2	2.0		32 000	57 000	22 000	34 000	50 000	80 000	130 000
Scotch	Larkin	100	4 000	6.2	3.5		70 000	12 000	100	200	300	700	1 400
Seymour	Richer-cyc	300	6 000	5.4	3.0		151 000	34 000	2 000	4 000	6 000	10 000	20 000
Divers ^d	RS (St/Se)	600	1 000				5.0	5.0	1 000	3 000	6 000	10 000	17 000
Divers ^e	RS (Ra/Pe)	200	1 000				5.0	5.0	1 000	2 000	3 000	6 000	10 000
Divers ^f	RS (Ra/Pe)	1 000	6 000				5.0	5.0	6 000	14 000	24 000	40 000	60 000
Divers ^g	RS (mont. hâtive d'été)	10 700	1 100				5.0	5.0	30 000	70 000	127 000	230 000	421 000
Divers ^h	RS (mont. hâtive d'été)	100	2 000				5.0	5.0	1 000	3 000	5 000	6 000	10 000
Éta							3 700 000	2 001 000	630 000	600 000	1 400 000	2 440 000	4 100 000
Chilko ⁱ	KF (jev)	11 000	20 700	0.02	0.02		1 300 000	1 700 000	220 000	342 000	502 000	680 000	1 234 000
Mont. tardive de la Stuart	Power	57 000	4 100	2.5	2.1		500 000	107 000	62 000	100 000	330 000	730 000	1 000 000
Queens	RTC	2 000	10 000	1.0	1.0		1 200 000	57 000	17 000	33 000	67 000	137 000	201 000
Shishano	RTC	73 000	10 000	1.0	0.7		402 000	407 000	101 000	207 000	403 000	714 000	1 070 000
Mont. tardive							3 000 000	711 000	90 000	110 000	241 000	400 000	600 000
(Total, sauf divers stocks)							3 000 000	711 000	90 000	110 000	241 000	400 000	600 000
Cultus ^j	KF (jev)	140 000	341 000	0.02	0.02		30 000	21 000	1 000	1 000	3 000	7 000	10 000
Harmon ^k	KF	4 400	10 000	6.3	3.6		80 000	10 000	20 000	30 000	60 000	100 000	400 000
Mont. tardive de la Shuswap	Richer-cyc	80	22 000	2.4	0.7		2 152 000	20 000	1 000	5 000	6 000	10 000	40 000
Portage	Larkin	60	600	3.5	2.2		40 000	10 000	500	1 000	2 000	4 000	6 000
Wasear	RS-Seco	600	10 000	6.0	3.0		303 000	345 000	12 000	23 000	47 000	90 000	101 000
Birkenhead	KF	5 000	14 000	1.0	0.0		300 000	201 000	27 000	45 000	60 000	100 000	200 000
Divers stocks, sauf Shuswap ^l	RS (Birkenhead)	932	2 000				5.0	5.0	4 000	7 000	10 000	20 000	40 000
TOTAL DE SALMONS ROUGES									743 000	1 300 000	2 110 000	3 740 000	6 034 000
(TOTAL, sauf divers stocks)							(7 070 000)	(2 040 000)	(803 000)	(1 104 000)	(1 547 000)	(2 407 000)	(4 019 000)

a. Probabilité que les montaisons soient égales ou inférieures au volume indiqué.

b. Voir le Tableau 5 pour la description des modèles.

c. Saumon rouge : de 1963 à 2000 (selon le début des séries chronologiques).

d. Saumon rouge : de 1998 à 2008 (selon le début des séries chronologiques).

e. Divers stocks de montaison hâtive d'été ne faisant pas l'objet de prévisions (stocks de montaison hâtive de la Shuswap : S. Thompson; utilisation des RFR de Scotch et Seymour).

f. Divers stocks de montaison hâtive d'été ne faisant pas l'objet de prévisions (affluents de Thompson H.; utilisation des RFR de Raft et Fennell).

g. Rivière Thompson Nord (utilisation des RFR de Raft et Fennell).

h. Les Chilwack et ruisseau Dolly Varden (utilisation des RFR de la montaison hâtive d'été).

i. Rivière et lac Nahatlatch (utilisation des RFR de la mont. hâtive d'été).

j. Saumoneaux de l'année d'éclosion dans les colonnes C et D (formules non reproductibles).

k. Le stock de la Harmon concerne les individus de 4 ans (colonne C) et de 3 ans (colonne D).

l. Divers stocks de montaison tardive ne faisant pas l'objet de prévisions (migrants en aval de la Harmon, y compris Big Silver, Coghlan, etc.; utilisation des RFR de la Birkenhead).

Définitions : AE : année d'éclosion; AE08 : année d'éclosion 2008; AE07 : année d'éclosion 2007; FR : femelles reproductrices; Prod. (4ans), Prod. (5ans) : Productivité des recrues de 4 ans par FR au cours des 4 (de 1998 à 2006) ou 5 (de 2001 à 2005) dernières années; ie :

Tableau 2. Résultats du $\log_e(R/FR)$ de la moyenne géométrique des productivités d'il y a quatre ans pour chacun des 19 stocks prévus (colonne A) dans leur groupe de montaison. La moyenne est donnée pour quatre regroupements d'années d'éclosion : 1) allant jusqu'à 1979 inclusivement (colonne B); 2) de 1980 à 2005 (colonne C); 3) les huit plus récentes années d'éclosion (de 1998 à 2005) (colonne D); 4) les quatre plus récentes années d'éclosion (de 2002 à 2005) (colonne E). Les productivités d'il y a quatre ans associées aux divers niveaux de probabilité des prévisions de 2012 (selon les prévisions et les échappées du Tableau 1) figurent dans les colonnes de (F) à (J). Les productivités sont présentées comme R/FR , mais le $\log_e(R/FR)$ a servi à déterminer le code de couleur pour les colonnes (B) à (E) (voir méthodes dans Grant et coll. 2010). Les codes couleurs sont les suivants : rouge (< moyenne), jaune (moyenne) et vert (> moyenne).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Groupe de montaison	Séries précoces R/FR moy. (jusqu'en 1979)	Période de référence R/FR moy. (de 1980 à 2005)	8 dernières années R/FR moy. (de 1998 à 2005)	4 dernières années R/FR moy. (de 2002 à 2005)	« Moyenne »				
Stocks					10%	25%	50%	75%	90%
Mont. hâtive de la Stuart	9,5	3,9	2,5	2,1	2,6	4,1	6,7	11,0	18,6
Mont. hâtive d'été									
Bowron	9,0	4,8	2,8	2,3	1,5	2,2	4,4	7,3	12,7
Fennell	20,0	4,1	4,0	3,2	6,2	10,5	19,0	34,8	57,1
Gales	17,0	7,3	4,5	3,1	1,7	3,1	6,0	11,0	19,3
Nadina	10,1	5,3	3,0	3,5	1,6	3,2	6,7	14,2	27,7
Pitt	2,6	0,6	0,3	0,1	0,1	0,2	0,6	1,4	2,5
Raft	7,9	4,5	2,7	2,0	1,6	2,8	5,2	9,2	16,4
Scotch		6,7	6,7	3,5	0,5	0,9	1,9	4,0	8,6
Seymour	10,9	5,1	5,4	3,6	2,5	3,9	7,4	13,0	23,5
Été									
Chilko ^a	0,08	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,06	0,10
Mont. tardive de la Stuart	11,3	7,3	2,6	2,1	1,4	2,6	5,6	12,4	26,5
Queens ^b	10,2	4,8	1,0	1,0	1,6	3,1	6,3	12,9	24,6
Stellako	10,1	4,5	1,5	0,7	2,3	3,5	5,4	8,6	12,9
Mont. tardive									
Cultus ^a	0,05	0,04	0,02	0,02	0,00	0,01	0,02	0,05	0,10
Harrison	2,3	4,9	6,3	3,4	1,1	3,4	8,9	23,4	55,2
Mont. tardive de la Shuswap ^b	5,9	4,0	2,4	0,7	0,0	0,0	1,2	4,8	14,5
Portage	20,9	8,8	3,5	2,2	4,8	7,9	19,0	41,3	96,8
Weaver	15,2	10,2	8,8	3,9	2,1	3,9	7,9	16,0	30,3
Birkenhead	9,4	3,0	1,6	0,9	0,6	1,2	2,7	6,0	11,9

a. Chilko et Cultus – suivie en mer (recrues par saumoneau).

b. Queens et Shuswap (mont. tardive) – moyennes de cycle.

Tableau 3. Saumons rouges du fleuve Fraser de quatre et cinq ans et prévisions de montaisons totales en 2012 par stock et par groupe de montaison à cinq niveaux de probabilité. On trouvera dans la dernière colonne les proportions des individus de quatre ans (les individus de quatre ans divisés par le total des individus de quatre et cinq ans, au niveau de probabilité de 50 %). La rangée en surbrillance jaune (grise) représente le saumon rouge de la Harrison, dont les prévisions d'il y a cinq ans datent en fait d'il y a trois ans étant donné la structure d'âge unique de ce stock.

Stock de saumons rouges/groupe de montaison	Modèle	INDIVIDUS DE QUATRE ANS Probabilité que les montaisons atteignent le volume indiqué					INDIVIDUS DE CINQ ANS					TOTAL					Quatre ans Proportions (niveau de prob. de 50 %)
		10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	
Mont. hâtive de la Stuart	Ricker (ie)	37 000	59 000	87 000	159 000	288 000	2 000	2 000	2 000	2 000	1 000	38 000	61 000	90 000	161 000	270 000	0,98
Mont. hâtive d'été																	
Bowron	KF	0	1 000	1 000	2 000	4 000	1 000	1 000	1 000	2 000	3 000	1 000	1 000	2 000	4 000	6 000	0,50
Fennell	Power	1 000	2 000	4 000	7 000	12 000	3 000	5 000	8 000	13 000	20 000	5 000	7 000	12 000	20 000	32 000	0,33
Gates	KF	3 000	5 000	11 000	19 000	34 000	1 000	1 000	1 000	2 000	2 000	4 000	6 000	12 000	21 000	36 000	0,82
Nadina	MRJ	17 000	32 000	66 000	144 000	262 000	0	1 000	2 000	4 000	7 000	17 000	33 000	70 000	147 000	269 000	0,87
Pile	KF	1 000	1 000	3 000	7 000	14 000	10 000	17 000	32 000	56 000	97 000	11 000	18 000	35 000	65 000	110 000	0,90
Raft	Ricker (ODP)	8 000	10 000	19 000	33 000	58 000	18 000	24 000	38 000	55 000	78 000	22 000	34 000	55 000	88 000	135 000	0,35
Scotch	Larkin	70	130	280	560	1 200	0	20	50	100	200	70	150	310	660	1 400	0,84
Seymour	Ricker-cyc	1 000	1 000	2 000	4 000	7 000	2 000	3 000	6 000	12 000	23 000	2 000	4 000	8 000	16 000	29 000	0,25
Divers ^a	RS	1 000	2 000	4 000	7 000	12 000	0	1 000	2 000	3 000	6 000	1 000	3 000	6 000	10 000	17 000	0,87
Divers ^f	RS	1 000	1 000	2 000	3 000	6 000	1 000	1 000	2 000	4 000	7 000	1 000	2 000	3 000	6 000	13 000	0,67
Divers ^g	RS	2 000	4 000	6 000	13 000	27 000	8 000	10 000	17 000	36 000	72 000	8 000	14 000	24 000	49 000	99 000	0,25
Divers ^h	RS	35 000	69 000	125 000	227 000	425 000	1 000	1 000	2 000	4 000	7 000	36 000	70 000	127 000	230 000	431 000	0,98
Divers ⁱ	RS	0	1 000	1 000	2 000	3 000	1 000	2 000	4 000	7 000	12 000	1 000	3 000	5 000	8 000	16 000	0,20
Été																	
Chilko	KF (juv)	159 000	269 000	441 000	733 000	1 158 000	70 000	78 000	121 000	135 000	116 000	229 000	342 000	562 000	868 000	1 274 000	0,78
Mont. tardive de la Stuart	Power	80 000	153 000	322 000	717 000	1 535 000	13 000	13 000	18 000	13 000	15 000	92 000	166 000	338 000	730 000	1 550 000	0,95
Quesnel ^a	R1C	4 000	8 000	16 000	32 000	61 000	13 000	25 000	52 000	105 000	201 000	17 000	33 000	67 000	137 000	261 000	0,24
Stellako ^a	R2C	169 000	255 000	402 000	633 000	953 000	22 000	33 000	51 000	81 000	121 000	191 000	287 000	453 000	714 000	1 075 000	0,88
Mont. tardive																	
Cultus	KF (juv)	1 000	1 000	3 000	7 000	15 000	0	0	0	0	0	1 000	1 000	3 000	7 000	15 000	1,00
Harrison ^b	KF	5 000	15 000	30 000	103 000	243 000	15 000	24 000	44 000	81 000	156 000	20 000	36 000	63 000	164 000	401 000	0,47
Mont. tardive de la Shuswap	Ricker-cyc	0	0	0	0	1 000	1 000	3 000	8 000	19 000	45 000	1 000	3 000	8 000	19 000	48 000	0,80
Portage	Larkin	0	1 000	1 000	3 000	6 000	0	1 000	1 000	2 000	3 000	500	1 000	2 000	4 000	9 000	0,50
Weaver	RS4ans	1 000	2 000	5 000	10 000	19 000	11 000	21 000	42 000	88 000	163 000	12 000	23 000	47 000	96 000	181 000	0,11
Birkenhead	KF	4 000	8 000	16 000	41 000	81 000	23 000	37 000	67 000	115 000	217 000	27 000	45 000	85 000	155 000	298 000	0,21
Divers stocks, sauf Shuswap ⁱ	RS	2 000	3 000	6 000	11 000	19 000	2 000	4 000	7 000	12 000	21 000	4 000	7 000	13 000	23 000	40 000	0,46
Total		530 070	900 130	1 586 260	2 917 560	5 245 260	214 000	306 020	524 050	851 160	1 383 290	743 000	1 203 000	2 118 000	3 763 000	6 634 000	0,75

a. La composition des âges pour les prévisions non paramétriques est calculée à l'aide de la proportion qui serait appliquée par un modèle biologique.

b. Les prévisions de la Harrison datent de quatre ans (dans les colonnes de quatre ans) et de trois ans (dans les colonnes de cinq ans).

Les notes de bas de page ci-dessous correspondent à celles des Tableaux 1 et 2.

e. Divers stocks de montaison hâtive d'été ne faisant pas l'objet de prévisions (stocks de montaison hâtive de la Shuswap : B. Thompson); période de remonte la plus semblable à Scotch/Seymour (Sc/Se).

f. Divers stocks de montaison hâtive d'été ne faisant pas l'objet de prévisions (affluents de Thompson N.; période de montaison la plus semblable à Raft/Fennell (Ra/Fe)).

g. Rivière Thompson Nord.

h. Lac Chilliwack et ruisseau Dolly Varden (mont. hâtive d'été).

i. Rivière et lac Nahatlatch (mont. hâtive d'été).

l. Divers stocks de montaison tardive ne faisant pas l'objet de prévisions (lac Harrison).

Sources d'incertitude

Un taux de mortalité considérable des saumons rouges marque à la fois les milieux d'eau douce et d'eau de mer tout au long de leur cycle biologique de la phase d'œuf au retour des adultes dans le bassin du Fraser pour frayer. Les prévisions pour le saumon rouge du Fraser sont actuellement marquées d'une forte incertitude (large distribution des probabilités). Pour tenter d'améliorer la prévisibilité de la productivité des saumons rouges du fleuve Fraser, les prévisions des montaisons de ce saumon ont intégré les variables environnementales, qu'elles soient quantitatives dans les modèles prévisionnels (Grant et coll. 2010; Grant et MacDonald 2012) ou qualitatives dans les conseils de prévision (MPO 2012). Toutefois, à ce jour, l'intégration des variables environnementales n'a pas permis d'expliquer l'importante variance des taux de survie annuels ni la diminution sensible de l'incertitude prévue. Ainsi, les prévisions sont présentées par des répartitions de niveaux de probabilité variant de 10 % à 90 %. On explore aussi l'incertitude structurelle des modèles de prévision en comparant les prévisions des stocks à l'aide des différents modèles les mieux classés (MacDonald et Grant 2012). Les recherches en cours et les ateliers à venir continuent d'examiner les variables environnementales qui pourraient servir à expliquer la variation du recrutement des saumons rouges du fleuve Fraser d'une année à l'autre.

CONCLUSIONS

- Les prévisions de 2012 indiquent qu'il y a une chance sur 10 (10 % de probabilité) que la montaison totale du saumon rouge du fleuve Fraser soit de 743 000 individus ou moins, et qu'il y a neuf chances sur 10 (90 % de probabilité) qu'elle soit de 6,6 millions d'individus, puisque la productivité des stocks est semblable à celle des anciennes observations. La valeur médiane de cette répartition (probabilité de 50 %) est de 2,1 millions d'individus (il y a une chance sur deux que les montaisons soient supérieures ou inférieures à cette valeur d'après la productivité récente des stocks).
- Étant donné les faibles échappées de l'année d'éclosion pour un grand nombre de stocks, il y a une chance sur quatre que les montaisons de 2012 soient inférieures à la moyenne du cycle, si l'on suppose que la productivité des stocks ressemble à celle des anciennes observations. Il y a une chance sur quatre que les montaisons soient supérieures à la moyenne du cycle.
- La proportion totale des individus de quatre ans pour les prévisions de 2012 (~75 % du total des prévisions des individus de quatre et cinq ans à un niveau de probabilité de 50 %) est inférieure à la moyenne (82 %). Les proportions prévues de saumons de quatre ans varient de 10 % à 98 % selon les stocks. Ces proportions sont attribuables aux échappées généralement faibles de l'année d'éclosion des saumons de quatre ans par rapport aux saumons de cinq ans, surtout dans le cas des stocks de montaison hâtive d'été et de montaison tardive.
- Le rendement du modèle a été évalué pour la série complète de modèles tenant compte de la productivité à long terme (RAC, TSA, MRS, RSC, Power, Ricker, Ricker-cyc, Ricker-covariable environnementale, Power-covariable environnementale et Larkin) et la productivité récente (R1C, R2C, RS1, RS2, RS4ans, RS8ans et KF) sur l'ensemble des séries chronologiques et des stocks et du recrutement d'un stock. Par conséquent, la composition de modèles pour les prévisions de 2012 combine les deux types de modèles. Il est important de considérer le type de modèle à utiliser selon chaque stock pour la planification d'avant-saison et la comparaison des retours en cours de saison par

rapport aux prévisions (c.-à-d., les modèles de productivité récente tendent à générer des prévisions plus basses que les modèles de productivité à long terme).

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion régionale d'examen par les pairs du 1^{er} février 2012 organisée par le Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada sur les *L'évaluation et prévision du saumon rouge du fleuve Fraser en 2012*. Toute autre publication découlant de cette réunion sera mise en ligne, dès qu'elle sera disponible, dans le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada à l'adresse suivante : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm>.

- B.L. MacDonald et S.C.G. Grant. 2012. Prévisions d'avant-saison des montaisons de saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) du fleuve Fraser en 2012. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2012/011. v + 64p.
- MPO. 2012. Prévisions d'avant-saison des montaisons de saumon rouge et de saumon rose du fleuve Fraser en 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2011/052
- R.M. Peterman et B. Dorner. 2011. Dynamique de la production du saumon rouge du fleuve Fraser. Commission Cohen, Rapp. tech. 10 : 133 p. Vancouver (C.-B.)
www.cohencommission.ca
- S.C.H. Grant et B.L. MacDonald 2012. Prévisions d'avant-saison des montaisons de saumon rouge (*Oncorhynchus nerka*) et de saumon rose (*O. gorbuscha*) du fleuve Fraser en 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/134. vi + 48xp.
- S.C.H. Grant, B.L. MacDonald, T.E. Cone, C.A. Holt, A. Cass, E.J. Porszt, J.M.B. Hume, et L.B. Pon, 2011. Évaluation de l'incertitude de la situation de la Politique concernant le saumon sauvage à l'égard du saumon du Fraser (*Oncorhynchus nerka*) à l'aide de l'abondance et des tendances dans les paramètres d'abondance. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/087, viii + 183 p.
- S.C.H. Grant, C.G.J. Michielsens, E.J. Porszt et A.J. Cass, 2010. Prévisions des montaisons de saumon rouge du fleuve Fraser (*Oncorhynchus nerka*) en 2010. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2010/042, -vi + 127 p.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer Sue Grant
avec : Évaluation des stocks du fleuve Fraser
Pêches et Océans Canada
100, promenade Annacis, bureau 3
Delta (Colombie-Britannique) V3M 6A2

Téléphone : 604-666-7270
Télécopieur : 604-666-7112
Courriel : Sue.Grant@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
Station biologique du Pacifique
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (C.-B.) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel : CSAP@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

An English version is available at the above address.



LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIVIT :

MPO. 2012. Prévisions d'avant-saison des montaisons de saumon rouge du fleuve Fraser en 2012. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/011.